

# Detecting obstruction in path of heavy goods vehicle, e.g. earth-moving tipper

**Publication number:** DE19858129

**Publication date:** 1999-06-17

**Inventor:** KNOLLS WILLOW DR (US)

**Applicant:** CATERPILLAR INC (US)

**Classification:**

**- international:** *E21F17/00; B60W30/00; G01S13/86; G01S13/93; G01S15/93; G01V3/12; G05D1/02; G08G1/16; G01S17/93; E21F17/00; B60W30/00; G01S13/00; G01S15/00; G01V3/12; G05D1/02; G08G1/16; G01S17/00; (IPC1-7): G01C21/04; G06F19/00; G06F165/00*

**- european:** G01S13/93C; G01S13/87; G01S17/93C

**Application number:** DE19981058129 19981216

**Priority number(s):** US19970991495 19971216

**Also published as:**



US6055042 (A1)



JP11258339 (A)

**Report a data error here**

## Abstract of DE19858129

The method involves using a number of obstruction sensor systems, including a short range obstruction sensor system, a long range obstruction sensor system and a control system. The zone of interest is scanned and the data received by the sensors as a function of at least one parameter. At least one characteristic of the obstruction is determined as a function of the weighting of the scanned data. An object outside the zone of interest may also be detected, as lying outside the path of the mobile machine. An Independent claim is also given for a device to detect an obstruction.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ ⑯ **Offenlegungsschrift**  
⑯ **DE 198 58 129 A 1**

⑯ Int. Cl. 6:  
**G 01 C 21/04**  
G 06 F 19/00  
// G06F 165:00

⑯ Aktenzeichen: 198 58 129.7  
⑯ Anmeldetag: 16. 12. 98  
⑯ Offenlegungstag: 17. 6. 99

**DE 198 58 129 A 1**

⑯ Unionspriorität:  
08/991. 495 16. 12. 97 US  
⑯ Anmelder:  
Caterpillar Inc., Peoria, Ill., US  
⑯ Vertreter:  
Wagner, K., Dipl.-Ing.; Geyer, U., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 80538 München

⑯ Erfinder:  
Knolls, Willow, Dr., Peoria, Ill., US

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑯ Verfahren und Vorrichtung zum Detektieren von Hindernissen unter Verwendung von multiplen Sensoren für eine abstands- bzw. bereichsselektive Detektion  
⑯ Es ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Detektieren eines Hindernisses in dem Pfad einer mobilen Maschine gezeigt. Die vorliegende Erfindung scannt ein Gebiet von Interesse durch jedes einer Vielzahl von Hindernissensoren, gewichtet die gescannten Daten, die von den Hindernisdetektionsystemen empfangen wurden, und bestimmt mindestens eine Charakteristik des Hindernisses als eine Funktion der gewichteten, gescannten Daten.

**DE 198 58 129 A 1**

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich im allgemeinen auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Detektieren von Hindernissen durch eine mobile Maschine, und insbesondere auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Detektieren von Hindernissen unter Verwendung von mindestens einem Nahbereichs- und einem Fernbereichshindernissensorsystem.

## Ausgangspunkt

Mobile Maschinen werden verwendet, um unterschiedliche Aufgaben durchzuführen. In einer Erdbewegungsumgebung, wie z. B. einer Mine bewegen mobile Maschinen, wie z. B. (Gelände-)Minen-LKW's Material durch die ganze Mine.

Für sich wiederholende Aufgaben, wie z. B. die obige, wäre es vorteilhaft und wünschenswert, die mobilen Maschinen autonom zu betreiben. Die Umgebung, in denen die LKW's arbeiten, kann rauh sein, und es kann ein effizienterer Betrieb erreicht werden, wenn der menschliche Ermüdungsfaktor eliminiert wird.

Ein Beispiel der autonomen Verwendung von Minen-LKW's zeigt das U.S. Patent Nr. 5 612 883 von Shaffer et al., eine beispielhafte Offenbarung eines Systems für den autonomen Betrieb von mobilen Maschinen. In diesem Patent zeigt Shaffer et al. eine Flotte von Minen-LKW's, die autonom in einer Mine arbeiten. Parameter, wie z. B. Positionsbestimmung, Navigations-, Pfadplanung und Maschinensteuerung werden ohne die Hilfe menschlicher Bediener durchgeführt.

Ein wichtiger Faktor dabei, einer mobilen Maschine zu ermöglichen, autonom zu arbeiten ist die Fähigkeit, Hindernisse in dem Bewegungspfad der Maschine zu detektieren und in einer angemessenen Art und Weise anzusprechen, wenn Hindernisse detektiert werden. In dem obigen Beispiel zeigt Shaffer et al. ein System und ein Verfahren zum Detektieren von Hindernissen in dem Pfad einer mobilen Maschine.

Hinderniserkennungs- bzw. -detektionsysteme müssen jedoch in komplexen und sich ständig verändernden Umgebungen arbeiten. Bei dem autonomen Nichstraßen-Minen-LKW-Beispiel, das bei Shaffer et al. beschrieben ist, müssen die LKW's windige und kurvige Straßen unter rauhen Umgebungsbedingungen navigieren. Häufig werden normale Hindernisdetektivorgänge unterbrochen durch die Notwendigkeit, um zuvor detektierte Hindernisse herumzumäandrieren, wodurch es notwendig wird, daß der LKW in der Lage ist, Hindernisse in einem nahen Bereich in begrenzten Gebieten zu detektieren. Unter diesen sich verändernden Bedingungen kann kein einzelnes Hindernisdetektionsystem optimale Ergebnisse zu allen Zeiten vorsehen.

Es wurden Versuche unternommen, unterschiedliche Hindernissensoren in ein zusammengesetztes Hindernisdetektionsystem zu kombinieren. Z.B. ist in dem U.S. Patent 5 170 352 von McTamaney et al. ein Hindernisdetektionsystem gezeigt, welches Berührungssensoren, Infrarotsensoren, Ultraschallsensoren, Lasersensoren und Sichtsensoren verwendet. Diese unterschiedlichen Sensoren sehen einen überflüssigen Betrieb vor, wenn sich das autonome Fahrzeug bewegt. Aufgrund der Natur ihrer individuellen Charakteristika der unterschiedlichen Sensoren unterscheiden sie sich jedoch bei ihren Interpretationen des detektierten Hindernisses. Z.B. kann ein Infrarotsensor und ein Ultraschallsensor dasselbe Hindernis detektieren, aber die Infor-

mation, wie z. B. der Ort, die Größe und die Form des Hindernisses kann zwischen den zwei Sensoren stark abweichen. Einige dieser Unterschiede können externen Faktoren, wie z. B. Umgebungslicht und dem Detektierwinkel zugeschrieben werden. Es ist ein Verfahren und ein System notwendig zum Kompensieren der Unterschiede in den Charakteristika der Sensoren und den unterschiedlichen externen Faktoren und zum Auswerten der empfangenen Daten von jedem Sensor, um das Auftreten eines Hindernisses in optimaler Art und Weise zu bestimmen.

Die vorliegende Erfindung ist darauf gerichtet, eines oder mehrere der oben genannten Probleme zu überwinden.

## Die Erfindung

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Detektieren eines Hindernisses in dem Pfad einer mobilen Maschine offenbart. Das Verfahren umfaßt die Schritte des Scannens bzw. Abtastens durch jedes einer Vielzahl von Hindernissensorsystemen, das Gewichten der abgetasteten Daten, die von den Hindernissensorsystemen empfangen wurden, und das Bestimmen mindestens einer Charakteristik des Hindernisses als eine Funktion der gewichteten, abgetasteten Daten.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Vorrichtung zum Detektieren eines Hindernisses in dem Pfad einer mobilen Maschine offenbart. Die Vorrichtung umfaßt eine Vielzahl von Hindernissensorsystemen, Mittel zum Bestimmen mindestens eines Parameters und ein Steuersystem. Das Steuersystem ist geeignet zum Empfangen eines Signals mit gescannten bzw. abgetasteten Daten von jedem der Hindernissensorsysteme, zum Gewichten der abgetasteten Daten und zum Bestimmen mindestens einer Charakteristik des Hindernisses als eine Funktion der gewichteten, abgetasteten Daten.

## Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer mobilen Maschine, die als ein Gelände-Minen-LKW gezeigt ist;

Fig. 2 ein Blockdiagramm, welches einen Aspekt der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Anwendung der vorliegenden Erfindung auf einem geraden Pfad;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Aspektes der vorliegenden Erfindung unter Verwendung von Nahbereichs- und Fernbereichssensoren;

Fig. 5 eine Seitenansicht eines Aspekts der vorliegenden Erfindung unter Verwendung von Nah- und Fernbereichssensoren;

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Anwendung der vorliegenden Erfindung auf einem kurvigen bzw. gekrümmten Pfad;

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Anwendung der vorliegenden Erfindung während die mobile Maschine sich um ein Hindernis herum bewegt; und

Fig. 8 ein Flußdiagramm eines Aspekts der vorliegenden Erfindung.

## Die beste Art die Erfindung auszuführen

Die vorliegende Erfindung ist in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Detektieren eines Hindernisses durch eine mobile Maschine an einem Arbeitsort, und die Erfindung ist als ein Beispiel nachfolgend unter Bezugnahme auf eine Flotte mobiler Maschinen an einem Erdbewegungsort, wie z. B. einer Tage-

baumine. Es können aber auch andere Arbeitsplätze, wie z. B. eine Warenhausumgebung, eine Holzgewinnungsumgebung, eine Bauumgebung und ähnliche, durch die Anwendung der vorliegenden Erfindung profitieren.

Gemäß der Zeichnung und insbesondere der **Fig. 1** ist eine mobile Maschine **102** gezeigt. Die mobile Maschine **102** gemäß **Fig. 1** ist als ein Gelände-Minen-LKW dargestellt, der sich auf einem Pfad **104** in einer Mine bewegt. Flotten von Gelände-Minen-LKW's werden bei Tagebauminen extensiv eingesetzt, um Materialien über die Mine hinweg zu bewegen. Neuerliche Entwicklungen in der Technologie erlauben Flotten von Minen-LKW's autonom zu arbeiten, wodurch menschliche Bediener davon befreit werden, lange Schichten in harschen Umgebungen zu arbeiten.

Ein Hauptbelang beim autonomen Betreiben mobiler Maschinen ist die Fähigkeit, Hindernisse in dem Pfad der mobilen Maschine **102** akkurat in einer harschen und sich konstant verändernden Umgebung zu detektieren. Beispiele von Hindernissen umfassen Steine und Felsen bzw. Felsblöcke und andere mobile Maschinen, welche sich auf dem selben Pfad bewegen.

Obwohl die mobile Maschine **102** gemäß **Fig. 1** als ein Gelände-Minen-LKW gezeigt ist, können andere Arten von mobilen Maschinen die vorliegende Erfindung verwenden. Beispiele von mobilen Maschinen umfassen Gabelstapler-LKW's, Holzgewinnungs-LKW's, Radlader, Traktoren des Gleiskettentyps und ähnliche Maschinen.

Gemäß **Fig. 2** ist ein Hindernisdetektionsystem **202** an der mobilen Maschine **102** angeordnet. Das Hindernisdetektionsystem **202** umfasst ein Nahbereichshindernissensorsystem **204** und ein Fernbereichshindernissensorsystem **208**. Das Nahbereichshindernissensorsystem **204** umfasst mindestens einen Nahbereichshindernissensor **206A–206M**. Das Fernbereichshindernissensorsystem **208** umfasst einen Fernbereichshindernissensor **210A–210N**.

Ein Hindernissensor wird als ein Nahbereichs- oder Fernbereichssensor designiert, ansprechend darauf, daß der Hindernissensor so konfiguriert ist, daß er Hindernisse auf einer geringeren als einer vorbestimmten Distanz detektiert, d. h. Nahbereich, oder auf einer größeren als einer vorbestimmten Distanz detektiert, d. h. Fernbereich. Der Hindernissensor kann eine Technologie verwenden, die entweder für Nahbereichs- oder Fernbereichsverwendung effektiver ist. Beispiele von Hindernissensorttechnologien, die verwendet werden können, werden nachfolgend beschrieben. Alternativ können Hindernissensoren derselben Technologie unterschiedlich an der mobilen Maschine **102** konfiguriert sein, um eine effizientere Verwendung in entweder Nahbereichs- oder Fernbereichsumgebungen zu erreichen. Z.B. können zwei Hindernissensoren desselben Typs an einer mobilen Maschine **102** derart angebracht sein, daß ein erster Sensor einen vorbestimmten Fernbereich abtastet und ein zweiter Sensor einen vorbestimmten Nahbereich abtastet.

Beispiele typischer Hindernissensoren umfassen Radarscanner, Sonarscanner, Laserscanner, optische Scanner und InfrarotsScanner ohne jedoch auf diese beschränkt zu sein. Jeder Typ Hindernissensor besitzt ihm eigene Charakteristika, welche einen Vorteil über die anderen Arten von Hindernissensoren vorsehen. Z.B. sehen Sonarscanner und optische Scanner gute Nahbereichshindernisdetektionsfähigkeiten vor. Optische Scanner sind jedoch bezüglich der verfügbaren Umgebungslichtmenge empfindlich und die Effektivität von Sonarscannern ist abhängig von der Zusammensetzung oder Komposition des gescannten Materials.

Radarscanner werden oft als Hindernissensoren verwendet. Ein Radarscanner kann z. B. für eine Fernbereichsabtastung als ein nach vorne schauender Scanner konfiguriert sein.

Ein nach vorne schauender Radarscanner dieses Typs kann für eine Nahbereichsabtastung nicht gut arbeiten infolge eines übermäßigen Signalrauschen im Nahbereich. Ein Radarscanner kann jedoch gut als ein Nahbereichscanner arbeiten, wenn er als ein Doppler-Radar konfiguriert ist.

Laserscanner können als Nah- oder Fernbereichshindernissensoren konfiguriert sein, abhängig von dem Scan- bzw. Abtastmuster, welches an der mobilen Maschine **102** eingestellt ist.

10 Andere Arten von Hindernissensorttechnologien können in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Zusätzlich kann jeder der oben beschriebenen Hindernissensoren für Nahbereichsabtastung und Fernbereichsabtastung verwendet werden durch Konfigurieren des Sensors für die jeweilige Nah- und Fernbereichsverwendung an der mobilen Maschine **102**.

Das Hindernisdetektionsystem **202** empfängt abgeführte Daten von den Nah- und Fernbereichshindernissensoren **206A–206M, 210A–210N** und liefert ein Signal an ein Steuersystem **212**. Das Steuersystem **212** verarbeitet das Signal, wie nachfolgend unter Bezugnahme auf die vorliegende Erfindung beschrieben wird, und bestimmt Charakteristika, wie z. B. Ort, Orientierung und Größe von jedem detektierten Hindernis.

25 Ein Parametersensorsystem **214**, welches in der **Fig. 2** gezeigt ist, umfaßt mindestens einen Parametersensor **216A–216P**. Ein Parameter ist ein Zustand, der die Genauigkeit von mindestens einem Hindernissensor beeinflußt und direkt abgefühlt werden kann oder durch andere Verfahren abgeleitet werden kann.

Ein Beispiel eines Parameters ist die vorhandene Umgebungslichtmenge. Die Menge des Umgebungslichtes bestimmt die Genauigkeit eines optischen Sensors. Bedingungen bzw. Zustände mit wenig Licht, d. h. Nacht, Sonnenaufgang, Nebel, Staub und unterirdische Vorgänge, reduzieren die Fähigkeit eines optischen Sensors, Hindernisse zu detektieren. Umgebungslicht kann direkt abgefühlt werden oder durch die Kenntnis der Tageszeit oder der Betriebsart, z. B. überirdisch oder unterirdisch, bestimmt werden.

30 Ein weiteres Beispiel eines Parameters ist die relative Größe eines Hindernisses, das detektiert wurde. Ein kleiner Gegenstand kann durch einige Arten von Sensoren, z. B. Sonar- und Infrarotsensoren nicht effektiv detektiert werden, aber kann durch andere Arten von Sensoren, z. B. Laser- und optische Sensoren leicht detektiert werden. Wenn die unterschiedlichen Sensoren einen Gegenstand detektieren, kann die relative ungefähre Größe des Gegenstands bestimmt werden, welche verwendet werden kann, um zu bestimmen, welcher Hindernissensor bei der Bestimmung präziserer Charakteristika des Gegenstands genauer ist.

35 Noch ein weiteres Beispiel eines Parameters ist die Größe der reflektierten Leistung, die von einem gescannten bzw. abgetasteten Objekt bzw. Gegenstand zurückkommt. Gegenstände reflektieren unterschiedliche Leistungsmengen als eine Funktion der Form und Zusammensetzung des Gegenstands. Z.B. wird ein großer Stein oder Felsen weniger Leistung zu einem Hindernissensor zurückreflektieren als ein glattes Metallobjekt, wie z. B. ein LKW. Das Überwachen der relativen Menge an reflektierter Leistung kann dabei helfen zu bestimmen, welche Hindernissensoren besser geeignet sind, das detektierte Hindernis abzutasten. Z.B. kann ein optischer- oder ein InfrarotsScanner effektiver sein, einen unregelmäßig geformten Gegenstand zu scannen, der eine geringere Reflektivität besitzt als ein Radar- oder Laserscanner.

40 Die oben genannten Parameter sind Beispiele von Bedingungen, welche Hindernissensoren beeinflussen. Andere Parameter können bestehen, die noch weiter den Betrieb von

einem oder mehreren der Hindernissensoren beeinflussen, und sie können demgemäß in der vorliegenden Erfindung überwacht werden.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 3-7 sind Ausführungsbeispiele von Anwendungen der vorliegenden Erfindung dargestellt.

Gemäß Fig. 3 ist eine mobile Maschine 102 gezeigt, die einen Pfad 104 überquert. Der Abschnitt des Pfades 104 ist als eine Gerade gezeigt, d. h. der Pfad 104 krümmt sich weder nach rechts noch nach links. Der Pfad 104 ist mit einer ersten und einer zweiten Seite gezeigt. Die erste Seite ist in Fig. 3 als eine linke Seite 302 von der Perspektive eines Fahrers der mobilen Maschine 102 gezeigt. Die zweite Seite ist als eine rechte Seite 304 des Pfades 104 gezeigt.

Ein Scan- oder Abtastmuster eines Hindernissensors ist gezeigt, das ein Gebiet von Interesse 306 abdeckt. Zur Vereinfachung des Verständnisses ist nur ein Scanmuster gezeigt.

Es sei jedoch bemerkt, daß die mobile Maschine 102 mit einer Vielzahl von Hindernisabtastvorrichtungen, die jeweils ein eigenes Scanmuster besitzen, ausgerüstet sein kann.

Die Scanmuster scannen, wie gezeigt, Gebiete außerhalb der Grenzen der linken und rechten Seiten 302, 304 des Pfades 104 zusätzlich zum Scannen des Pfades 104 vor der mobilen Maschine 102. Das auf dem Pfad 104 gescannte Gebiet ist eine Zone von Interesse 308. Die Gebiete, die links und rechts des Pfades 104 gescannt werden, sind außerhalb der Zone von Interesse, und werden als externe Zonen 310 definiert.

Es ist in der Technik bekannt, daß autonome mobile Maschinen häufig in einer Datenbasis eine Geländekarte der Arbeitsumgebung für Navigationszwecke besitzen. Die Grenzen der Pfade, Straßen und Haupthaltungspunkte sind der mobilen Maschine bekannt. Durch diese Kenntnis ist bei der beispielhaften Anwendung gemäß Fig. 3 der mobilen Maschine 102 der Ort der linken Seite 302 und der rechten Seite 304 des Pfades 104 sowie der Ort der mobilen Maschine auf dem Pfad 104 bekannt. Unter Verwendung dieser Kenntnis kann die mobile Maschine 102 jedes Hindernis außer Acht lassen, welches in der externen Zone 310 angeordnet ist, und sich somit auf jedes Hindernis konzentrieren, welches in der Zone von Interesse 308 gefunden wird.

Gemäß Fig. 4 ist die mobile Maschine 102 auf einem Abschnitt des Pfades 104 gezeigt, der gerade ist. In Fig. 4 ist ein Scan- bzw. Abtastmuster eines Fernbereichshindernissensors 210A-210N in einer Fernbereichszone von Interesse 406 gezeigt. Zusätzlich sind Scan- bzw. Abtastmuster von Nahbereichshindernissensoren 206A-206M in einer Nahbereichszone von Interesse 408 gezeigt. Wie in Fig. 4 gezeigt ist, scannen die Abtastmuster in der Nahbereichszone von Interesse 408 in Gebieten, die nicht durch die Abtastmuster in der Fernbereichszone von Interesse 406 abgedeckt sind, und somit sehen sie eine vollständigere Abtastung des Pfades 104 vor der mobilen Maschine 102 vor. Zusätzlich können die Abtastmuster in den Nahbereichszonen von Interesse 408 und die Abtastmuster in den Fernbereichszonen von Interesse 406 derart konfiguriert sein, daß sie sich überlappen, wodurch eine Abtastabdeckung in bestimmten gewünschten Gebieten durch Nah- und Fernbereichssensoren vorgesehen wird.

Gemäß Fig. 5 ist eine Seitenansicht des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 4 gezeigt. In Fig. 5 sind die Abtastmuster in den Nahbereichszonen von Interesse gezeigt, die den Pfad 104 direkt vor der mobilen Maschine 102 abtasten. Aus den Fig. 4 und 5 wird deutlich, daß die Abtastmuster der Nahbereichshindernissensoren 206A-206M das Auftreten von Hindernissen in großer Nähe zu der mobilen Maschine 102 detektieren, während die Abtastmuster der Fernbereichshin-

dernissensoren 210A-210N das Auftreten von Hindernissen detektieren können, die auf dem Pfad 104 weiter weg sind.

Gemäß Fig. 6 ist eine mobile Maschine 102 gezeigt, die einen Pfad 104 überquert, der nach rechts gekrümmkt ist. Wie gezeigt, liegt ein Teil der Zone von Interesse 308 hinter der Kurve des Pfades 104 der mobilen Maschine 102. Das Scanmuster geht durch eine externe Zone 310, bevor es zu der Zone von Interesse 308 zurückkehrt. Bei dieser Anwendung ist es zweckmäßig zu wissen, ob ein Hindernis hinter dem gekrümmten Teil der Straße liegt. Während sich die mobile Maschine 102 um die Kurve bewegt, wird jedes Hindernis, das angetroffen wird, schon durch die mobile Maschine 102 gescannt, und es kann rechtzeitig eine geeignete Maßnahme ergriffen werden.

Die externe Zone könnte jedoch Gegenstände enthalten, welche als Hindernisse durch die mobile Maschine 102 gescannt werden. Daher muß die mobile Maschine 102 aus der Kenntnis der Geländekarte der Arbeitsumgebung alle Gegenstände ignorieren, die detektiert werden, wenn sich die Abtastung durch die externe Zone 310 bewegt, und alle Gegenstände in Betracht ziehen, die detektiert werden, wenn sich die Abtastung wieder in die Zone von Interesse 308 bewegt. Unter Bezugnahme auf Fig. 7 ist ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gezeigt, bei dem die mobile Maschine 102 einen Gegenstand 702 in dem Pfad 104 detektiert hat. Die mobile Maschine 102 ist gezeigt, wie sie sich um das Hindernis 702 auf einem alternativen Pfad bewegt, der durch die mobile Maschine 102 bestimmt wurde. Während dieses Manövers wird das Hindernisdetektionsystem 202 der mobilen Maschine 102 repositioniert, und zwar aus einer entlang der Länge des Pfades 104 weisenden Position, wie sie in Fig. 3 gezeigt ist, zu einer zur Seite des Pfades 104 weisenden Position. Während dieser Positionsveränderung verändern sich die Zone von Interesse 308 und die externe Zone 310 wesentlich. Die mobile Maschine 102 muß, während sie sich um das Hindernis 702 herum bewegt, kontinuierlich die Zone von Interesse 308 neuinstellen, um zu verhindern, daß sie falsche Hindernisse neben der Seite des Pfades 104 detektiert.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines Verfahrens der vorliegenden Erfindung ist in dem Flußdiagramm gemäß Fig. 8 dargestellt.

In einem ersten Steuerblock 802 scannt das Hindernisdetektionsystem 202 nach Hindernissen unter Verwendung einer Vielzahl von Sensoren, wie oben beschrieben. Jeder Nahbereichs- und Fernbereichshindernissensor 206A-206M, 210A-210N ist derart konfiguriert, daß er ein Gebiet von Interesse 306 scannet bzw. abtastet.

In einem ersten Entscheidungsblock 804 wird eine Entscheidung getroffen, ob ein Hindernis detektiert wurde. Wenn kein Hindernis detektiert wurde, fährt das System fort, nach Hindernissen zu scannen. Wenn ein Hindernis detektiert wurde, geht die Steuerung zu einem zweiten Entscheidungsblock 806.

In dem zweiten Entscheidungsblock 806 wird bestimmt, ob das detektierte Hindernis in einem vorbestimmten Nahbereich oder einem vorbestimmten Fernbereich ist. Wenn bestimmt wird, daß das Hindernis in einem Nahbereich ist, geht die Steuerung zu einem dritten Steuerblock 810, wo die Daten von den Fernbereichshindernissensoren 210A-210N gewichtet werden. Wenn das Hindernis in einem Scangebiet detektiert wird, das durch sowohl die Nah- als auch Fernbereichshindernissensoren abgetastet wird, dann werden in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Daten von sowohl den

Nah- als auch Fernbereichshindernissensoren gewichtet.

Die Gewichtungsfaktoren werden als eine Funktion der externen Parameter, wie oben beschrieben, bestimmt. Wenn z. B. festgestellt wird, daß die Umgebungslichtniveaus niedrig sind, dann werden den Hindernissensoren, die von Umgebungslicht abhängen, z. B. optische Sensoren, eine Gewichtung zugewiesen, die niedrig ist. Auf einer beispielhaften Gewichtungsskala von 0 bis 1 würde sich die Gewichtung für einen optischen Sensor unter geringen Umgebungslichtbedingungen an 0 annähern.

In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Gewichtungen, die verwendet werden, empirisch bestimmt, und sie können je nach den Bedingungen verändert werden.

Die Steuerung geht dann von entweder dem zweiten Steuerblock 808 oder dem dritten Steuerblock 810 zu einem vierten Steuerblock 812. In dem vierten Steuerblock 812 wird mindestens eine Charakteristik des detektierten Hindernisses bestimmt als eine Funktion der gewichteten, gescannten Daten. Beispiele von Charakteristika der Hindernisse umfassen den Ort, die Orientierung bzw. Ausrichtung und Größe des Hindernisses. Andere Charakteristika könnten als eine Funktion der vorliegenden Erfindung bestimmt werden.

Unterschiedliche Verfahren können verwendet werden zum Bestimmen der Charakteristika des Hindernisses aus den gewichteten, gescannten Daten. Z.B. könnte das Steuer-  
system 212 einen Durchschnitt der gewichteten gescannten Daten berechnen. Die gewichteten gescannten Daten, die gemittelt werden, können eine Kombination des Ortes, der Orientierung und der Geschwindigkeitsdaten umfassen oder sie können Daten umfassen, welche eine Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins des detektierten Hindernisses anzeigen. Als weiteres Beispiel könnten die gewichteten gescannten Daten summiert werden und dann die Summe durch die Summe der Gewichtungswerte geteilt werden, die verwendet werden, um die gescannten Daten zu gewichten. Als noch weiteres Beispiel könnten die gewichteten Werte gemittelt werden, um eine Gesamtwahrscheinlichkeit der Existenz zu bestimmen, und dann könnte der Gesamtwahrscheinlichkeitswert verwendet werden, um die Daten von jedem Hindernissensor zu gewichten. Andere Verfahren könnten verwendet werden ohne vom Wesen der Erfindung abzuweichen.

#### Industrielle Anwendbarkeit

45

In einem Beispiel einer Anwendung der vorliegenden Erfindung bewegt sich eine Flotte von Gelände-Minen-LKW's über Straßen in einer Mine, um Materialien zu transportieren und andere Aufgaben durchzuführen. Die Mine ist typischerweise eine harsche Umgebung, und die Straßen in der Mine verändern sich konstant infolge der sich verändernden Natur der Abbaugebiete.

Es ergeben sich oft Zustände, welche Hindernisse in die Minenstraßen bringen. Z.B. können Steine und Felsen oder Felsbrocken von Hügeln auf die Straßen herunterrollen oder gleiten, Materialien könnten von den LKW's herunterfallen und die LKW's könnten zusammenbrechen und die Straßen blockieren.

Bediener dieser LKW's überwachen fortlaufend die Straßen nach Hindernissen, und sie sprechen je nach Notwendigkeit darauf an, und zwar entweder durch Anhalten oder Herumfahren um das Hindernis. Jedoch werden autonome LKW entwickelt, um den menschlichen Bediener aus diesen harschen, ermüdenden Umgebungen zu entfernen. Konsequenterweise sind Mittel notwendig zum Überwachen der Straßen nach Hindernissen und zum geeigneten Ansprechen darauf in einer autonomen Art und Weise. Das bevorzugte

Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erlaubt einer autonomen Flotte von Minen-LKW nach Hindernissen Ausschau zu halten durch Verwendung einer Vielzahl von Hindernisdetektortechniken und es erlaubt die Bestimmung des Auftretens eines Hindernisses durch Analysieren der an einer Vielzahl von Hindernissensoren empfangenen Daten zur Bestimmung der wahrscheinlichsten Charakteristika des detektierten Hindernisses.

Weitere Aspekte, Ziele und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus einer Studie der Zeichnung, der Offenbarung und der folgenden Ansprüche.

Zusammenfassend sieht die Erfindung folgendes vor: Ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Detektieren eines Hindernisses in dem Pfad einer mobilen Maschine. Die vorliegende Erfindung scannt ein Gebiet von Interesse durch jedes einer Vielzahl von Hindernissensorsystemen, gewichtet die gescannten Daten, die von den Hindernisdetektionsystemen empfangen wurden, und bestimmt mindestens eine Charakteristik des Hindernisses als eine Funktion der gewichteten, gescannten Daten.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Detektieren eines Hindernisses in dem Pfad einer mobilen Maschine, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Scannen bzw. Abtasten eines Gebiets von Interesse durch jedes einer Vielzahl von Hindernissensorsystemen;

Gewichten der gescannten Daten, die von den Hindernissensorsystemen empfangen wurden als eine Funktion mindestens eines Parameters; und

Bestimmen mindestens einer Charakteristik des Hindernisses als eine Funktion der gewichteten gescannten Daten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verfahren den Schritt der Bestimmung einer Zone von Interesse aus jedem Feld von Interesse umfaßt, wobei ein Gegenstand, der außerhalb der Zone von Interesse detektiert wird, als außerhalb des Pfades der mobilen Maschine liegend bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Schritt der Bestimmung des Bereichs zu dem Hindernis als ein Nahbereich und/oder ein Fernbereich bestimmt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jedes der Vielzahl von Hindernissensorsystemen konfiguriert ist, um mindestens einen eines vorbestimmten Teils des Gebiets von Interesse oder das Gebiet von Interesse abzutasten, und zwar mit einem Sensor mit Charakteristika, die bezüglich der Vielzahl von Hindernissensorsystemen einzigartig sind.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bestimmung mindestens einer Charakteristik des Hindernisses die folgenden Schritte aufweist:

Gewichten der gescannten Daten, die von jedem der Hindernissensorsystemen empfangen wurden als eine Funktion mindestens eines jeweiligen Parameters; Summieren der gewichteten gescannten Daten; und Dividieren der summierten gescannten Daten durch die Summe einer Vielzahl von Gewichtungswerten, die verwendet wurden zum Gewichten der gescannten Daten.

6. Vorrichtung zum Detektieren eines Hindernisses in dem Pfad einer mobilen Maschine, wobei die Vorrichtung folgendes aufweist:

Ein Hindernisdetektionsystem, das an der mobilen Maschine angeordnet ist, wobei das Hindernisdetektions-

stem eine Vielzahl von Hindernissensorsystemen aufweist;  
 Mittel, die an der mobilen Maschine angeordnet sind zum Bestimmen mindestens eines Parameters; und ein Steuersystem, das an der mobilen Maschine angeordnet ist zum Empfangen eines Signals mit gescannten Daten von jedem der Vielzahl von Hindernissensorsystemen, zum Gewichten der gescannten Daten von jedem Hindernissensorsystem als eine Funktion des mindestens einen Parameters und zum Bestimmen mindestens einer Charakteristik des Hindernisses als eine Funktion der gewichteten gescannten Daten. 5

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei jedes der Vielzahl von Hindernissensorsystemen so konfiguriert ist, daß es einen vorbestimmten Teil eines Gebiets von Interesse abtastet bzw. scannt. 15

8. Vorrichtung-nach Anspruch 6 oder 7, wobei mindestens eines der Vielzahl von Hindernissensorsystemen ein Radarscanner ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens eines der Vielzahl von Hindernissensorsystemen ein Sonarscanner ist. 20

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei mindestens eines der Vielzahl von Hindernissensorsystemen ein Laserscanner ist. 25

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, wobei mindestens eines der Vielzahl von Hindernissensorsystemen ein optischer Scanner ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, wobei mindestens eines der Vielzahl von Hindernissen- 30 sorsystemen ein Infrarotscanner ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, wobei die Mittel zur Bestimmung mindestens eines Parameters ein Umgebungslichtniveausensor ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 13, 35 wobei die Mittel zur Bestimmung mindestens eines Parameters Mittel zur Bestimmung einer Größe des Hindernisses umfassen.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 14, wobei die Mittel zur Bestimmung mindestens eines Parameters Mittel aufweisen zur Bestimmung des Leistungsniveaus eines reflektierten Hindernissensorsignals von dem Hindernis zu der mobilen Maschine, wobei das Leistungsniveau eine Funktion einer Form 40 und Zusammensetzung des Hindernisses ist. 45

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

E T 1 -

100

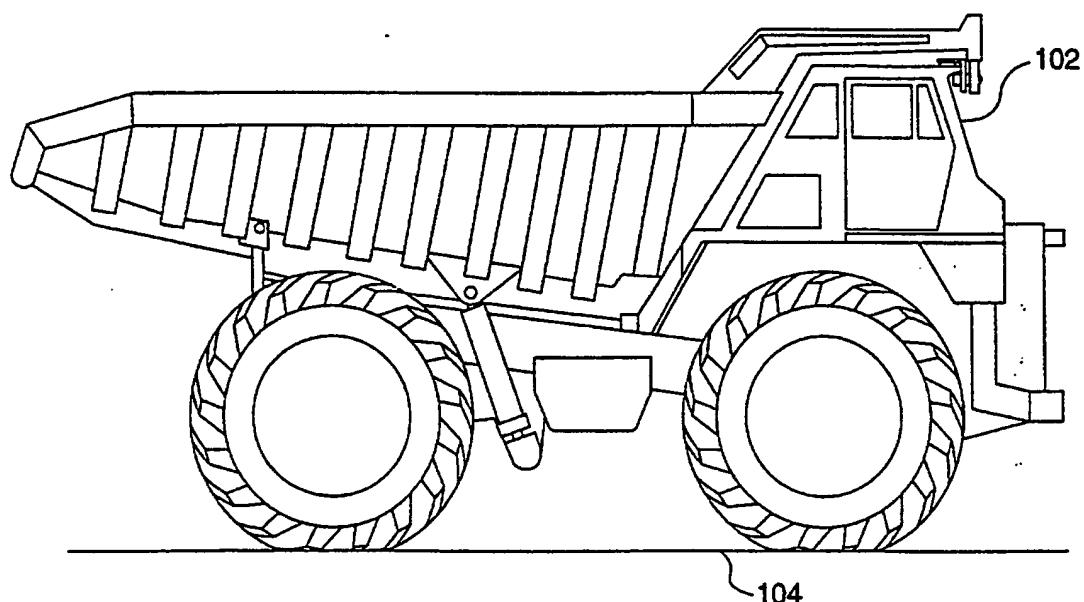
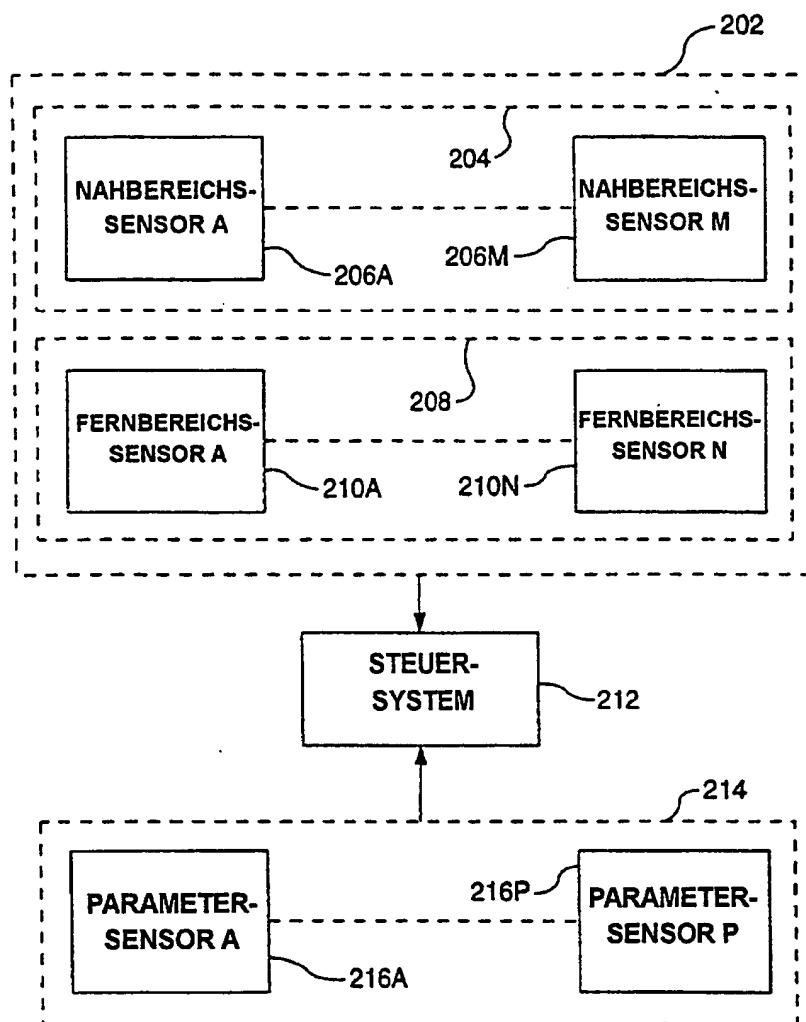


FIG - 2 -



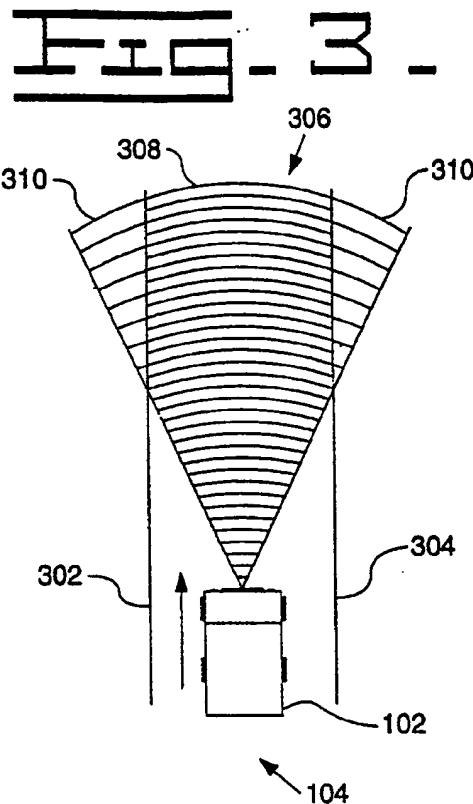


FIG - 4 -

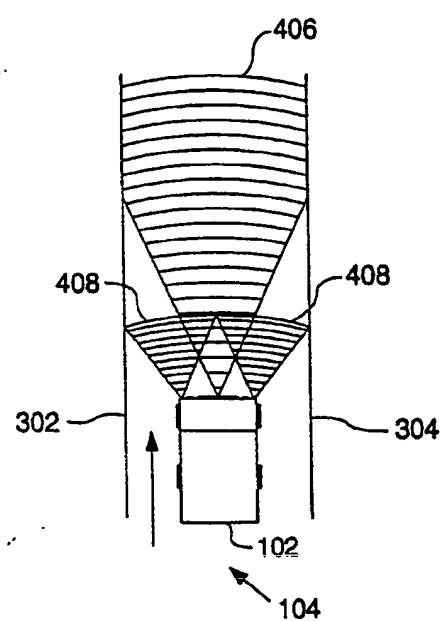


FIG. - 5 -

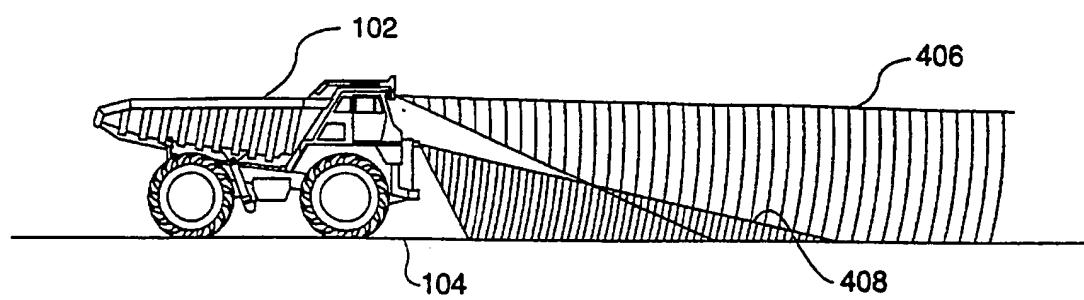


FIG. - 6 -

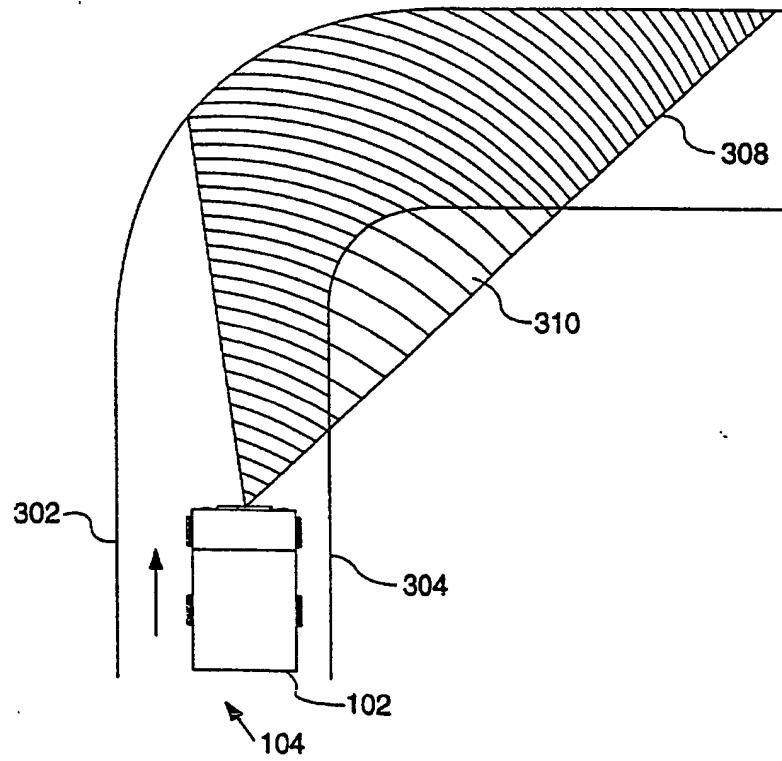


FIG. 2

